



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

04.02.1998 Patentblatt 1998/06

(51) Int. Cl.⁶: G01S 13/86

(21) Anmeldenummer: 97111993.8

(22) Anmeldetag: 15.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(30) Priorität: 30.07.1996 DE 19630717

(71) Anmelder:

Daimler-Benz Aerospace
Aktiengesellschaft
81663 München (DE)(72) Erfinder: Tospann, Franz-Josef
89261 Holzheim (DE)

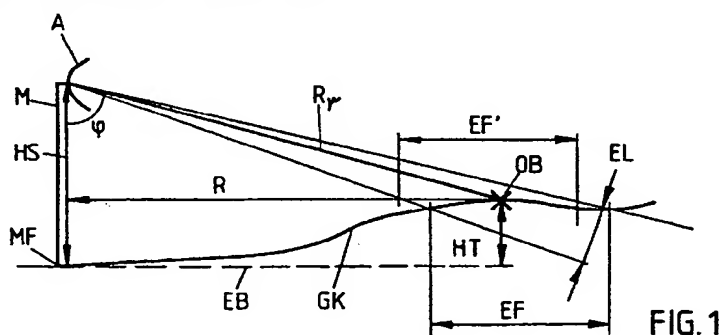
(74) Vertreter:

Fröhling, Werner Otto, Dr.
Daimler-Benz Aerospace AG
Patentabteilung
Wörthstrasse 85
89077 Ulm (DE)

(54) Verfahren zur Detektion eines Zieles und Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

(57) Die Erfindung betrifft die Detektion eines Bodenzieles mittels eines (Boden-)Radarsensors, der mit einem bildgebenden Sensor gekoppelt ist. Letzterer besitzt eine wesentlich höhere Azimut- und Elevationswinkelauflösung als der Radarsensor. Durch diese

Kombination und die Auswertung einer geographischen Höhenlinienkarte ist eine Positionsbestimmung eines Zieles sowie dessen Klassifikation und/oder Identifikation bei geringer Falschalarmrate möglich.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Detektion eines Zieles mittels eines Radarsensors sowie eines bildgebenden Sensors nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 7.

Im Rahmen dieser Patentanmeldung bezeichnet ein Radarsensor einen Sensor, der in einem vorgebbaren Winkelbereich (mit vorgebbarer Winkelauflösung), bezogen auf den Standort des Sensors, das heißt der Sende-/Empfangsantenne, zumindest eine Entfernungsbestimmung eines Zieles ermöglicht. Ein solcher Sensor besteht beispielsweise aus einer an sich bekannten Radar-Anlage, bei der mittels einer Sende-/Empfangsantenne Radar-Wellen ausgesandt und/oder empfangen, ausgewertet und angezeigt werden, vorzugsweise auf einem elektronisch arbeitenden Sichtschirm, z.B. einem Monitor.

Dagegen bezeichnet ein bildgebender Sensor einen Sensor, der beispielsweise von einem zu überwachenden Gebiet, beispielsweise einer Landschaft, lediglich deren Projektion als zweidimensionale Abbildung liefert, vorzugsweise ebenfalls auf einem elektronisch arbeitenden Sichtschirm, beispielsweise einem (Fernseh-)Monitor. Ein solcher bildgebender Sensor umfaßt beispielsweise eine im sichtbaren und/oder infraroten und/oder ultravioletten Wellenlängenbereich arbeitende Fernsehkamera. Diese liefert von dem zu überwachenden Gebiet eine zweidimensionale Abbildung (Projektion), die an sich keine Information über die Entfernung der dort dargestellten bewegten Ziele enthält. Mit einem solchen Sensor ist eine Entfernungsbestimmung eines Zieles lediglich indirekt möglich, sofern die Eigenschaften, beispielsweise Brennweite, Tiefenschärfebereich, der abbildenden Optik bekannt sind.

Es ist nun naheliegend, ein zu überwachendes Gebiet, beispielsweise eine Landschaft, gleichzeitig von einem Radarsensor und einem bildgebenden Sensor abzutasten und die jeweiligen Darstellungen in Kombination auszuwerten. Damit ist vorteilhafterweise eine Klassifikation und/oder Identifikation eines von beiden Sensoren erfaßten Zieles möglich. Beispielsweise können mit einem im Mikrowellenbereich arbeitenden Radarsensor nur bewegte (Radar-)Ziele erfaßt werden. Von diesen ist dann im allgemeinen lediglich die Geschwindigkeit und die (radiale) Entfernung, bezogen auf den Standort des Radarsensors, bestimmbar. Eine Klassifikation und/oder Identifikation eines bestimmten Radarzieles ist dagegen mit dem optischen Sensor möglich. Denn wird beispielsweise eine im sichtbaren Wellenlängenbereich arbeitende Fernsehkamera mit geeignetem Objektiv auf das erfaßte Radarziel gerichtet, so ist erkennbar, ob dieses beispielsweise ein fahrendes Motorrad oder ein fahrender Personen- oder Lastkraftwagen ist. Denn alle diese Ziele können bei einem Radarsensor dieselbe ununterscheidbare Zielin-

formation liefern.

Eine derartige Auswertung der von unterschiedlichen Sensoren erzeugten Information ist in nachteiliger Weise aufwendig, da entweder eine Person als Auswerter eingesetzt werden muß oder alternativ dazu eine technisch aufwendige Auswertelektronik.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein gattungsgemäßes Verfahren anzugeben, mit dem in kostengünstiger Weise eine schnelle und automatische Auswertung der Informationen eines Radarsensors sowie eines bildgebenden Sensors möglich wird. Der Erfindung liegt außerdem die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die in den kennzeichnenden Teilen der Patentansprüche 1 und 7 angegebenen Merkmale.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind den weiteren Ansprüchen entnehmbar.

Ein erster Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch die kombinierte Auswertung der Informationen der einzelnen Sensoren eine erheblich größere räumliche Auflösung erreicht wird bezüglich der an sich vorhandenen der einzelnen Sensoren.

Ein zweiter Vorteil besteht darin, daß durch die Auswahl der Sensoren, insbesondere des Spektralbereiches des bildgebenden Sensors, eine Klassifikation und/oder Identifikation eines (Radar-)Zieles möglich ist.

Ein dritter Vorteil besteht darin, daß insbesondere mit der Klassifikation eines Zieles eine sehr hohe Zuverlässigkeit erreichbar ist, das heißt, es ist eine sehr geringe Falschalarmrate erreichbar.

Ein vierter Vorteil besteht darin, daß neben einer automatischen Kombination und Auswertung der Informationen (Signale) der Sensoren zusätzlich eine entsprechende Darstellung auf einem Sichtschirm (Monitor) möglich ist, so daß eine Person (Beobachter) diesen Kombinations- und/oder Auswertevorgang verfolgen kann.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, das für Überwachungs- sowie Klassifikations- und/oder Identifikationsaufgaben verwendbar ist, insbesondere im militärischen Bereich.

Insbesondere dort ist es erforderlich, mittels einer stationären oder beweglichen Bodenstation (einer auf dem Erdboden befindlichen Station), die sowohl einen Radarsensor, der beispielsweise im Mikrowellenbereich arbeitet, als auch einen bildgebenden Sensor, der vorzugsweise ein Wärmebild erzeugen kann, besitzt, ein Ziel genau zu bestimmen, das heißt, mit einer möglichst geringen, vorgebbaren Falschalarmrate. Dieses wird anhand der schematisch dargestellten Figuren 2 und 3 näher erläutert.

Der bildgebende Sensor (Wärmebildsensor) besitzt eine durch seine Ausführungsform bedingte maximale

Reichweite (in der Entfernungsrichtung) und in Elevations- und Azimutrichtung (parallel zum Erdboden) eine vorgebbare Winkelauflösung.

Der bei der Bodenstation ebenfalls befindliche Radarsensor habe in Entfernungsrichtung eine maximale Reichweite, die ungefähr derjenigen des bildgebenden Sensors entspricht. Beide Sensoren haben im wesentlichen dieselbe Haupt(blick)richtung (Hauptachse). Die von dem Radarsensor erreichbare Winkelauflösung, insbesondere in Azimutrichtung, ist im allgemeinen wesentlich kleiner als diejenige des bildgebenden Sensors, hier des Wärmebildsensors. Der Grund liegt darin, daß der Radarsensor aus Gründen der Handhabung, insbesondere bei einer mobilen Bodenstation, eine geometrisch möglichst klein dimensionierte Sende-/Empfangsantenne besitzen sollte.

FIG. 2 zeigt für einen bildgebenden Sensor OS und einen Radarsensor RS die sich ergebenden Auflösungszellen in der Azimut(AZ)-Entfernungsebene (Ordinate). Dabei bedeuten

- | | |
|-----|---|
| AZ1 | der kleinstmögliche Azimut-Winkel (Azimutauflösung) des bildgebenden Sensors OS |
| R1 | die kleinstmögliche Entfernungsauflösung des bildgebenden Sensors OS |
| AZ2 | der kleinstmögliche Azimut-Winkel (Azimutauflösung) des Radarsensors RS |
| R2 | die kleinstmögliche Entfernungsauflösung des Radarsensors RS. |

Es sei beispielsweise

$$R2 : R1 = 1 : 10 \text{ und } AZ1 : AZ2 = 1 : 10.$$

Es ist ersichtlich, daß der gekreuzt dargestellte Überschneidungsbereich, der auch Fusionsfläche FS genannt wird, eine Azimut-Entfernungs-Auflösungszelle darstellt, die wesentlich kleinere Dimensionen (AZ1, R2) besitzt als diejenigen der einzelnen Sensoren OS, RS. In der Fusionsfläche FS ist außerdem in vorteilhafter Weise eine umfangreiche Information über ein dort erfaßtes Ziel vorhanden. Für diese Fusionsfläche FS kann beispielsweise das Doppler-Signal des Radarsensors ausgewertet werden und dieses in vorgebbarer Weise, beispielsweise einer logischen "UND"-Verknüpfung, mit dem Wärmebild des bildgebenden Sensors verknüpft werden. Es kann beispielsweise erst auf ein zu verfolgendes Ziel erkannt werden, wenn beide Informationen jeweils einen zugehörigen vorgebbaren Schwellwert überschreiten.

Außerdem ist bei einem in der Fusionsfläche FS befindlichen Ziel in vorteilhafter Weise noch eine Klassifikation und/oder Identifikation möglich. So kann beispielsweise ein auf dem Erdboden befindlicher Hubschrauber, mit laufendem Motor und Rotor, von

einem stehenden Lastkraftwagen, mit laufendem Motor, im Radar-Echosignal unterschieden werden aufgrund der unterschiedlichen Modulationen, die lediglich von dem rotierenden Hubschrauber-Rotor erzeugt werden. Mittels Auswertung dieser beispielhaft erwähnten Modulationen ist sogar eine Identifikation des Hubschraubers möglich, das heißt, eine Feststellung des Typs. Ähnliche Überlegungen gelten für die Auswertungen der Informationen des bildgebenden Sensors, hier des Wärmebildsensors. Denn mit diesem kann beispielsweise die Temperatur des Zieles gemessen und ausgewertet werden, sofern dieses erforderlich ist.

Bei einer solchen kombinierten Auswertung der Informationen (Signale) des Radarsensors sowie des bildgebenden Sensors (Wärmebildsensors) können störende Falschalarme auftreten, das heißt, bei der kombinierten Auswertung erscheint ein Ziel, das nicht detektiert werden soll. Dieses wird anhand der FIG. 3 näher erläutert. Dort sind vier Ziele O1, O2, F1, F2 dargestellt. RS1 bezeichnet eine erste Radarauflösungszelle, welche die in ihr liegenden Ziele O1, F1 zwar erfaßt, aber nicht getrennt detektieren (auflösen) kann. RS2 bezeichnet eine zweite Radarauflösungszelle, welche die in dieser liegenden Ziele F2, O2 erfaßt, aber nicht auflösen kann. OS1 bezeichnet eine erste optische Auflösungszelle (des bildgebenden Sensors), welche die Ziele F2, O1 erfaßt, aber nicht auflösen kann. OS2 bezeichnet eine zweite optische Auflösungszelle, welche die Ziele O2, F1 erfaßt, aber nicht auflösen kann.

Ist nun beispielsweise das Ziel O1 ein auf dem Erdboden befindlicher Hubschrauber mit laufendem Motor und das Ziel F1 ein daneben abgestellter Lastkraftwagen mit kaltem Motor, das heißt ohne Wärmequelle, so werden die Ziele O1, F1 von dem Radarsensor als ein einziges Ziel dargestellt, da sie in derselben ersten Radarauflösungszelle RS1 liegen. Eine Unterscheidung der Ziele O1, F1 ist nun möglich mittels der im wesentlichen senkrecht zu der ersten Radarauflösungszelle RS1 angeordneten optischen Auflösungszellen OS1, OS2. Denn mittels der ersten optischen Auflösungszelle OS1 wird lediglich bei dem Ziel O1 eine Wärmequelle detektiert und nicht bei dem Ziel F1. Ein solches Ziel (F1) würde bei der erwähnten kombinierten Auswertung ("UND"-Verknüpfung) nicht erfaßt werden. Ist dagegen das Ziel F1 lediglich ein optisch erfaßbares Ziel, beispielsweise eine Radarwellen nicht reflektierende Wärmequelle, so würde das Ziel F1 von der zweiten optischen Auflösungszelle OS2 erfaßt und ausgewertet werden, denn es liegt zusätzlich im Bereich der ersten Radarauflösungszelle RS1. Das heißt, das Ziel F1 ist ein Falschziel, da es an sich keine Radarwellen reflektiert. Ein ähnlicher Zustand tritt im Bereich der dargestellten zweiten Radar-Auflösungszelle RS2 auf, wobei das mit O2 bezeichnete Ziel ein zu detektierendes Ziel bedeutet und F2 ein weiteres Falschziel bezeichnet ist.

Aus FIG. 3 ist ersichtlich, daß bei einer sogenannten Vielzielsituation, das heißt, in der Azimut-Entfer-

nungs-Ebene liegen mehrere zu detektierende Ziele und/oder Falschziele dicht nebeneinander, eine erhebliche Verschlechterung der Azimut-Entfernungsauflösung eintritt. Denn es ist eine sich ergebende Fusionsfläche FS' vorhanden, die in FIG. 3 gekreuzt dargestellt ist und die wesentlich größer ist als die Fusionsfläche FS in der FIG. 2.

Dieser Nachteil wird bei der Detektion von Bodenzielen (auf den Erdboden befindlichen Zielen) dadurch beseitigt, daß in der Auswertung die Geländekontur (Höhenstruktur des Geländes) und das im Vergleich zum Radarsensor hohe Winkel-Auflösungsvermögen des bildgebenden Sensors, in Azimut- und Elevationsrichtung (senkrecht zur Erdoberfläche), berücksichtigt werden. Dadurch wird die insgesamt erreichbare Entfernungsauflösung erheblich vergrößert und damit die Falschalartrate verringert, da bei einer Vielzielsituation im allgemeinen lediglich wenige Ziele denselben Abstand zu dem Radar- und bildgebenden Sensor, vorzugsweise Wärmebildsensor, besitzen. Dies wird anhand der FIG. 1 näher erläutert.

FIG. 1 zeigt einen Mast M mit der Höhe HS sowie dem (Mast-)Fußpunkt MF. Dieser befindet sich auf einer bekannten geographischen Position, die vorzugsweise durch Satelliten-Navigation bestimmt wird, in einem unebenen Gelände mit einer ansteigenden Geländekontur GK. Auf dem Gelände befindet sich ein Objekt OB, das Radarwellen reflektiert und das Wärmeausstrahlung aussendet, beispielsweise ein Lastkraftwagen mit laufendem Motor. Dieses Objekt soll genau klassifiziert und/oder identifiziert werden. Außerdem soll seine geographische Position, bezüglich des (Mast-)Fußpunktes MF möglichst genau bestimmt werden. Dazu wird auf der Spitze des Mastes, also in der bekannten Höhe HS eine Sensor-Anordnung A, bestehend aus einem Radarsensor und einem bildgebenden Sensor, vorzugsweise einem Wärmebildsensor, angebracht. Der bildgebende Sensor und der Radarsensor haben dieselbe Hauptachse (Blickrichtung). Der bildgebende Sensor hat in einem in Azimut- und Elevationsrichtung vorgebbaren Winkelbereich jeweils eine Winkelauflösung, die wesentlich größer ist als diejenige der Azimutauflösung des Radarsensors. Nachfolgend wird die Detektion des Objekts OB beschrieben.

Dabei wird zunächst von dem Radarsensor die ungefähre Richtung und die ungefähre Entfernung des Objekts OB erfaßt. Dieses ist möglich mit der Azimutauflösung AZ2 (FIG. 2) sowie der Entfernungsauflösung R2 (FIG. 2). Diese Auflösungen sind herstellungsbedingt und gelten für eine Ebene EB, auf welcher der Mast M senkrecht steht. Der Radarsensor ermittelt also gemäß FIG. 1 die (Radar-)Entfernung $R_r \pm EF/2$, wobei EF' das (Radar-)Entfernungsfenster in der Ebene EB bedeutet.

Mittels des an der Spitze des Mastes M angebrachten bildgebenden Sensors wird nun die Winkelposition (Azimut- und Elevationswinkel) des Objekts OB genauer bestimmt, da der bildgebende Sensor eine

höhere Winkelauflösung als der Radarsensor besitzt.

Von dem Objekt OB ist nun also dessen (Radar-)Entfernung R_r sowie dessen Azimut- und Elevationswinkel bekannt. Weiterhin ist bekannt, daß sich das Objekt OB auf der Erdoberfläche, mit der Geländekontur GK, befindet. Mit diesen Meßwerten und einer geographischen Karte mit Höhenlinien (Höhenlinienkarte) ist die geographische Höhe HT des Objekts OB bezüglich des (Mast-)Fußpunktes MF bestimmbar, denn das Objekt muß auf dem Schnittpunkt der (Radar-)Entfernung R_r mit der Geländekontur GK liegen. Mit diesen Werten ist gemäß FIG. 1 durch eine in der Geometrie übliche Rechnung beispielsweise die tatsächliche Entfernung R des Objekts OB von dem Mast M bestimmbar. Aus der Höhenlinienkarte ist weiterhin die Neigung, bezogen auf die Ebene EB, des Geländes in der Umgebung des Objekts OB aus den Höhenlinien bestimmbar. Mit dem sich ergebenden Neigungswinkel wird das Entfernungsfenster EF' korrigiert und damit das tatsächliche Entfernungsfenster EF für das Gelände in der Umgebung des Objektes OB ermittelt. Es ist ersichtlich, daß bei positiver Neigung des Geländes, das heißt, vom Fußpunkt MF in Richtung des Objekts OB steigt, eine Verkleinerung des tatsächlichen Entfernungsfensters EF eintritt. Das heißt, das Objekt OB kann mit einer höheren Entfernungs-Genauigkeit bestimmt werden. Dieses ist gleichbedeutend mit einer Vergrößerung der (Entfernungs-)Auflösung.

In FIG. 1 ist weiterhin mit EL der Elevations-Öffnungswinkel des bildgebenden Sensors bezeichnet. Das tatsächliche Entfernungsfenster EF ergibt sich daher aus den Schnittpunkten der gestrichelt dargestellten Begrenzungen des Öffnungswinkels mit der Geländekontur GK in der Umgebung des Objektes OB. Der Winkel φ bezeichnet die Neigung der Hauptrichtung (Blickrichtung) der (Sensor-)Anordnung A bezüglich des Mastes M, das heißt, der Senkrechten auf der Ebene EB.

Für ein Objekt OB, das sich in einer Höhe HT auf einer zur Ebene EB parallelen Ebene (zugehöriger Neigungswinkel gleich Null) befindet, wird die Entfernung R (FIG. 1) ermittelt gemäß der Formel

$$R \pm \Delta R = ((HS - HT) \pm \Delta H) \cdot (\tan \varphi \pm \Delta \tan \varphi)$$

mit

$\Delta R = EF'/2$ = Fehler bei der Entfernungsbestimmung

ΔH = Fehler bei der Höhenbestimmung

$\Delta \tan \varphi = \tan(EL/2)$ beinhaltet den Fehler bei der Bestimmung des Winkels φ aufgrund des Öffnungswinkels EL.

Aus der Formel ist ersichtlich, daß Ungenauigkeiten (Fehler $\pm \Delta R$) bei der Entfernungsbestimmung im

wesentlichen durch den Fehler $\pm \Delta H$ bei der Höhenbestimmung entstehen, da der Winkel φ und der Öffnungswinkel EL bekannt sind. Aus derzeit üblichen geographischen Karten sind die Höhenlinien mit einer Absolutgenauigkeit von 5 m bestimmbar. Bei Kenntnis der gemessenen (Radar-)Entfernung R_r (FIG. 1) kann daher die Höhendifferenz $HS - HT$ auf 1 m genau bestimmt werden, gegebenenfalls durch eine Interpolation zwischen zwei benachbarten Höhenlinien.

Hat beispielsweise der Mast M, auf dem sowohl der Radarsensor als auch der bildgebende Sensor drehbar befestigt sind, eine Höhe HS von $HS = 12$ m, so liefert der bildgebende Sensor in Kombination mit der beschriebenen Auswertung der (Höhenlinien-)Karteninformationen in einer Entfernung von ungefähr 5 km eine Entfernungsauflösung von ungefähr ± 400 m. Dabei ist der Elevationswinkelfehler des bildgebenden Sensors nahezu vernachlässigbar.

Die beschriebene Ermittlung der Position eines Objekts OB ist vorteilhafterweise in kostengünstiger und schneller Weise mittels einer Datenverarbeitungseinrichtung, vorzugsweise eines Mikroprozessors möglich, da lediglich einfache und daher schnelle Rechenoperationen ausgeführt werden müssen und da derzeit geographisches Kartenmaterial in digital auswertbarer Form, beispielsweise als CD-ROM, vorliegt.

Es ist zweckmäßig, zumindest die von dem Radarsensor erzeugten Daten auf einem Sichtschirm (Monitor) darzustellen und dieser Darstellung die von dem bildgebenden Sensor erzeugten Daten zu überlagern. Denn dann kann ein Beobachter die Auswertung kontrollieren und/oder beeinflussen. Besonders zweckmäßig ist es, dieser kombinierten Darstellung zusätzlich die geographische Karte auf dem Sichtschirm zu überlagern, zumindest die geographische Umgebung des Objektes OB.

Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Beispiele beschränkt, sondern in vielfältiger Weise anwendbar im zivilen und militärischen Bereich.

Beispielsweise kann

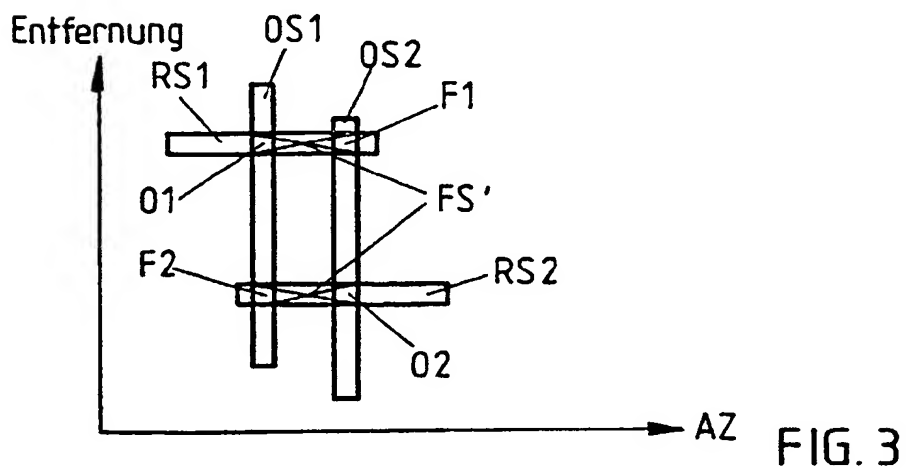
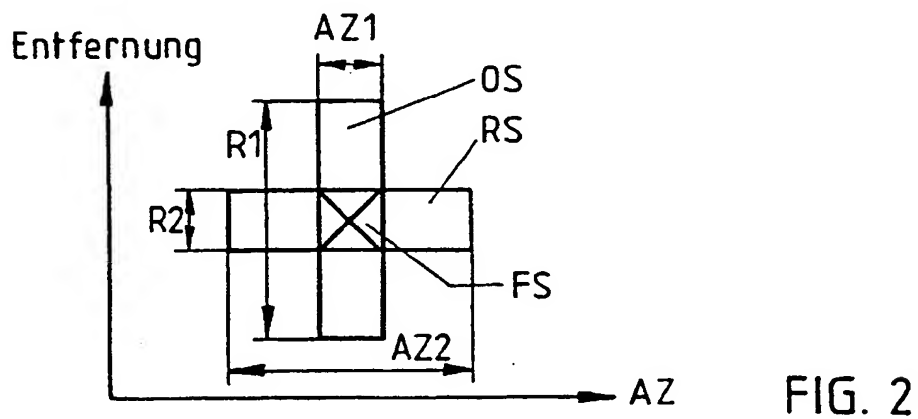
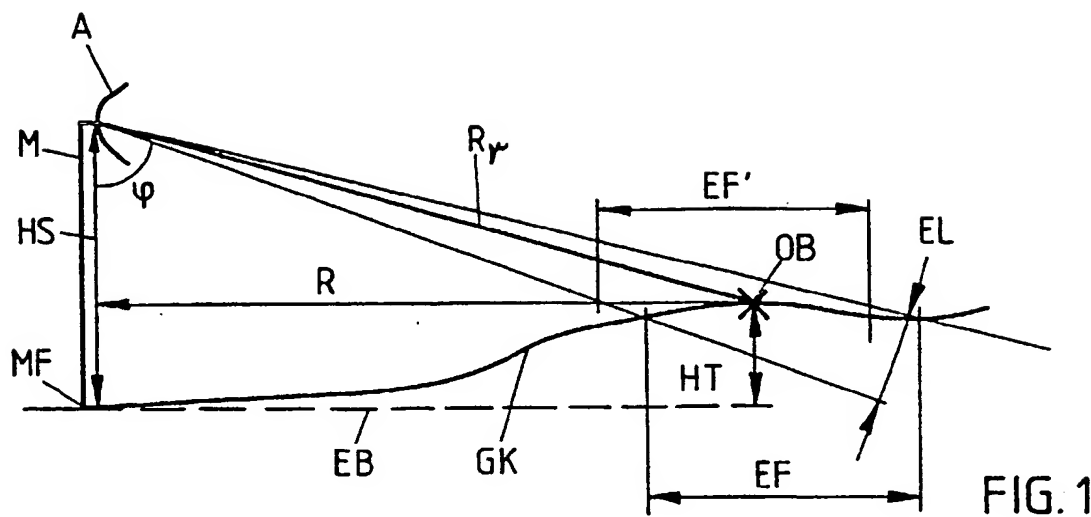
- die Falschalarmrate eines Bodenradars erheblich verringert werden,
- die Zielidentifikationssicherheit erheblich erhöht werden,
- die Zieldarstellung erheblich vereinfacht werden, da lediglich eine Anzeigeeinheit erforderlich ist,
- die Identifizierungsgeschwindigkeit erheblich erhöht und dadurch die Systemreaktionszeit erheblich verkleinert werden, so daß eine sehr frühzeitige Abwehr einer möglichen Gefahr zumindest eingeleitet werden kann.
- die Zielposition mit hoher Genauigkeit im Azimut-Winkelbereich bestimmt werden.

Die beschriebene Kombination eines Radarsensors mit einem bildgebenden Sensor (Wärmebildsensor) sowie die Auswertung der Geländekontur, die vorzugsweise in digitaler Form vorliegt, ermöglicht insbesondere im militärischen Bereich eine genau arbeitende Feuerleitung, bei welcher die geographische Position möglicher Bodenziele (auf dem Erdboden befindlicher Ziele) möglichst genau ermittelt werden soll, so daß gegen diese Ziele gerichtete Gegenmaßnahmen bedarfsweise sehr schnell eingeleitet werden können. Dabei wird ausgenutzt, daß mit dem beschriebenen Verfahren eine hohe Azimutauflösung (durch den bildgebenden Sensor) und gleichzeitig eine hohe Entfernungsauflösung (durch den Radarsensor) erreichbar sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion eines Zieles mittels eines Radarsensors sowie eines bildgebenden Sensors, wobei die von beiden Sensoren gelieferten Daten ausgewertet werden und daraus zumindest die Position des Zieles ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet,
 - daß zur Detektion eines auf dem Erdboden befindlichen Zieles sowohl der Radarsensor als auch der bildgebende Sensor in einer vorgebbaren Höhe (HS) über den Erdboden angeordnet werden,
 - daß der Radarsensor und der bildgebende Sensor in dieselbe Hauptrichtung ausgerichtet werden,
 - daß der bildgebende Sensor in Azimut- und Elevationsrichtung zumindest im Bereich der Hauptrichtung eine vorgebbare größere Winkelauflösung besitzt als der Radarsensor,
 - daß sich mindestens eine Auflösungszelle des Radarsensors und mindestens eine Auflösungszelle des bildgebenden Sensors überschneiden und eine Fusionsfläche (FS) bilden,
 - daß die Detektion des Zieles in dem Bereich der Fusionsfläche (FS) durchgeführt wird,
 - daß Signaldarstellungen und/oder -auswertungen des Radarsensors sowie des bildgebenden Sensors zumindest für den Bereich der Fusionsfläche (FS) auf einem Sichtgerät überlagert dargestellt werden und
 - daß dort im Bereich der Fusionsfläche (FS) dann auf ein Ziel erkannt wird, wenn vorgebbare Eigenschaften der Signalauswertungen des Radarsensors und des bildgebenden Sen-

- sors jeweils vorgebbare Schwellwerte überschreiten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
 - daß mit dem Radarsensor zumindest die ungefähre Richtung und Entfernung eines Zieles ermittelt wird und
 - daß als geographische Position des Zieles der Schnittpunkt der von dem bildgebenden Sensor ermittelten Richtung mit einer Höhenlinie der Höhenlinienkarte in dem von dem Radarsensor festgestellten Entfernungsbereich festgelegt wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als bildgebender Sensor ein Wärmebildsensor verwendet wird.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Radarsensor im Mikrowellenlängenbereich arbeitet.
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von einem in der Fusionsfläche (FS) erfaßten Ziel eine Klassifikation und/oder Identifikation durch Auswertung der Signale des Radarsensors und des bildgebenden Sensors nach vorgebbaren Merkmalen durchgeführt wird.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - daß von einem in der Fusionsfläche (FS) erfaßten Ziel eine Klassifikation und/oder Identifikation durch Auswertung der Signale des Radarsensors und des bildgebenden Sensors nach vorgebbaren Merkmalen durchgeführt wird,
 - daß die von dem Radarsensor und dem bildgebenden Sensor erzeugten Signale mit in digitaler Form vorliegenden Daten (Höhendaten) des Zieles kombiniert werden, so daß eine genaue geographische Position des Zieles innerhalb der Fusionsfläche (FS) entsteht und
 - daß die derart ermittelten Daten an eine Feuerleitstelle weitergeleitet werden zur bedarfsweisen Einleitung von Abwehrmaßnahmen bezüglich des Zieles.
 7. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 - daß an der Spitze eines Mastes (M) mit vorgegebbarer Höhe (HS) eine Anordnung (A), zumindest bestehend aus einer Radar-Sende-/Empfangsantenne für eine (Radar-)Zielerfassung eines Bodenziels sowie einem bilgebenden Sensor, angebracht ist,
 - daß der Radarsensor und der bildgebende Sensor auf dieselbe Hauptrichtung ausgerichtet sind und im wesentlichen dieselbe Reichweite besitzen,
 - daß der Radarsensor und der bildgebende Sensor um eine gemeinsame Achse, die im wesentlichen senkrecht auf der Erdoberfläche steht, schwenkbar sind und
 - daß zur Auswertung der von den Sensoren erzeugten Signale ein gemeinsamer Sichtschirm vorhanden ist.
 8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Mast (M) auf einem beweglichen Fahrzeug angeordnet ist.



THIS PAGE BLANK (USPTO)



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(88) Veröffentlichungstag A3:
01.03.2000 Patentblatt 2000/09

(51) Int. Cl.⁷: G01S 13/86

(43) Veröffentlichungstag A2:
04.02.1998 Patentblatt 1998/06

(21) Anmeldenummer: 97111993.8

(22) Anmeldetag: 15.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE

(30) Priorität: 30.07.1996 DE 19630717

(71) Anmelder:
DaimlerChrysler Aerospace Aktiengesellschaft
81663 München (DE)

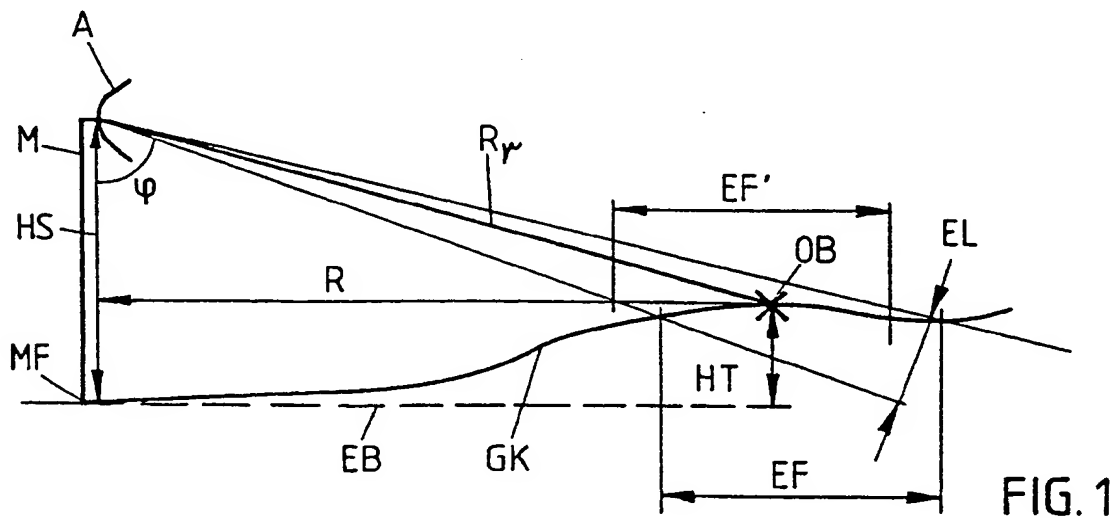
(72) Erfinder: Tospann, Franz-Josef
89261 Holzheim (DE)

(74) Vertreter:
Fröhling, Werner Otto, Dr. et al
DaimlerChrysler AG,
Intellectual Property Management,
Sedanstr. 10/Gebäude 17
89077 Ulm (DE)

(54) Verfahren zur Detektion eines Zieles und Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

(57) Die Erfindung betrifft die Detektion eines Bodenzieles mittels eines (Boden-)Radarsensors, der mit einem bildgebenden Sensor gekoppelt ist. Letzterer besitzt eine wesentlich höhere Azimut- und Elevationswinkelauflösung als der Radarsensor. Durch diese

Kombination und die Auswertung einer geographischen Höhenlinienkarte ist eine Positionsbestimmung eines Zieles sowie dessen Klassifikation und/oder Identifikation bei geringer Falschalarmrate möglich.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 1993

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
P,X	HALL L D ET AL: "AN INTRODUCTION TO MULTISENSOR DATA FUSION" PROCEEDINGS OF THE IEEE, US, IEEE. NEW YORK, Bd. 85, Nr. 1, Januar 1997 (1997-01), Seite 6-23 XP000686448 New York, NY, USA ISSN: 0018-9219 * Zusammenfassung *	1	G01S13/86
P,A	* Seite 6, linke Spalte, Zeile 12 - Seite 20, rechte Spalte, Zeile 32; Abbildungen 1-14 *	3,5,8	
P,X	WO 97 21982 A (DAIMLER BENZ AG ;WANIELIK GERD (DE); RITTER WERNER (DE)) 19. Juni 1997 (1997-06-19) * Zusammenfassung *	1	
P,A	* Seite 1, Zeile 4 - Seite 7, Zeile 29 *	3-5,8	
A	US 5 005 147 A (KRISHEN KUMAR ET AL) 2. April 1991 (1991-04-02) * Zusammenfassung * * Spalte 15, Zeile 9 - Spalte 16, Zeile 66; Abbildungen 1-5 *	1,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) G01S
A	US 5 365 236 A (FAGARASAN JOHN T ET AL) 15. November 1994 (1994-11-15) * Zusammenfassung * * Spalte 5, Zeile 24 - Spalte 10, Zeile 46; Abbildungen 1-4 *	1,3,5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	14. Dezember 1999	Blondel, F	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 97 11 1993

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-12-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9721982	A	19-06-1997	DE	19546506 A	19-06-1997
			EP	0866947 A	30-09-1998
US 5005147	A	02-04-1991	KEINE		
US 5365236	A	15-11-1994	US	5317319 A	31-05-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

THIS PAGE BLANK (USPTO)